

## © WPI / DERWENT

- AN - 1987-055745 [08]
- TI - Temperature measuring system - has delay element and AND=gate which removes short pulse noise effects in pressure signal
- AB - SU1242726 The measurement accuracy is increased by avoiding errors due to the time delay in switching low-pass filter (3) of the measurement scheme from one temperature condition to another. This is achieved by introducing a pressure sensor (9), filter (10), differentiating amplifier (11), threshold element (12), delay line (13) and AND-gate (14).
- The control signal for switching the adjustable low-pass filter consists of units (9-13 4). The pressure and temperature in one section of the gas turbine are measured simultaneously. The time constant of pressure sensor (9) is an order of magnitude less than that of temperature transducer (1). The time constant of sensor (9) is also independent of variations in the parameters of the gas flow. For these reasons, the filter is controlled by a signal proportional to the rate of change of pressure, rather than temperature. This leads to a greater accuracy in measuring temperature, since the errors due to time lags are avoided.
- USE - In systems for automatic monitoring and regulation of the temperatures of gas flow to gas turbine. Bul.25/7.7.86 (5pp Dwg.No.1/2)
- IW - TEMPERATURE MEASURE SYSTEM DELAY ELEMENT AND-GATE REMOVE SHORT PULSE NOISE EFFECT PRESSURE SIGNAL
- PN - SU1242726 A 19860707 DW198708 005pp
- IC - G01K7/14
- MC - S03-B01A
- DC - S03
- PA - (UFAV ) UFA AVIATION INST
- IN - GIZATULIN M K; GUSEV Y U M; SEMERAN V A
- AP - SU19843775871 19840725
- PR - SU19843775871 19840725

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



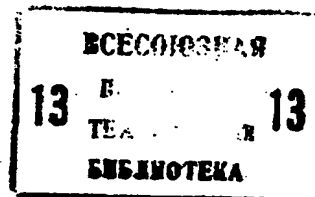
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1242726** **A1**

(SD 4 G 01 K 7/14

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3775871/24-10

(22) 25.07.84

(46) 07.07.86. Бюл. № 25

(71) Уфимский ордена Ленина авиацион-  
ный институт им. Серго Орджоникидзе

(72) Ю. М. Гусев, В. А. Семеран,  
М. К. Гизатулин и И. М. Макухо

(53) 536.53(088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 773454, кл. G 01 K 7/14

Авторское свидетельство СССР  
№ 1136033, кл. G 01 K 13/02, 1983.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕ-  
РАТУРЫ

(57) Изобретение относится к термо-  
метрии и может использоваться в сис-  
темах автоматического контроля и ре-  
гулирования температуры газового по-  
тока газотурбинного двигателя. Целью  
изобретения является повышение точ-  
ности измерения путем устранения  
погрешности, обусловленной временным  
запаздыванием переключения перестраи-  
ваемого фильтра нижних частот с одно-  
го температурного режима работы на  
другой. Устройство снабжено вторым  
фильтром, датчиком 9 давления, третьим  
дифференцирующим усилителем, связан-  
ными друг с другом и с другими бло-  
ками устройства определенным обра-  
зом. 2 ил.

(19) **SU** (11) **1242726** **A1**

BEST AVAILABLE COPY

Изобретение относится к термометрии и может быть использовано для измерения температур, например, в системах автоматического контроля и регулирования температуры газового потока газотурбинного двигателя (ГТД).

Цель изобретения - повышение точности измерения температуры путем устранения погрешности, обусловленной временным запаздыванием переключения перестраиваемого фильтра нижних частот с одного температурного режима работы на другой вследствие того, что сигнал управления этим фильтром формируется с временной задержкой, связанной с инерционностью фильтра.

На фиг. 1 показана функциональная схема устройства; на фиг. 2 - пример реализации перестраиваемого фильтра нижних частот.

Устройство (фиг. 1) содержит последовательно соединенные термопреобразователь 1, усилитель 2, перестраиваемый фильтр 3 нижних частот, первый и второй дифференцирующие усилители 4 и 5, блоки 6 деления и 7 умножения, сумматор 8, последовательно включенный датчик 9 давления, второй фильтр 10, третий дифференцирующий усилитель 11, пороговую схему 12, элемент 13 задержки и схему И 14, причем выход усилителя 2 соединен с входом перестраиваемого фильтра 3 нижних частот и с первым входом сумматора 8, выход которого связан с выходом устройства, а второй вход - с выходом блока 7 умножения, выход первого дифференцирующего усилителя 4 соединен с первым входом блоков 7 умножения и 6 деления.

При работе ГТД возможны два режима изменения температуры его газового потока: режим медленного изменения температуры (например, установившийся режим), когда скорость изменения температуры  $T_r^*$  газового потока

$$\frac{dT_r^*}{dt} \leq (0,1-0,2) \left( \frac{dT_r^*}{dt} \right)_{\max} \quad (1)$$

и переходной режим, для которого характерно быстрое изменение температуры газового потока (например, в режиме разгона или дросселирования ГТД), когда

$$\frac{dT_r^*}{dt} > (0,1-0,2) \left( \frac{dT_r^*}{dt} \right)_{\max} \quad (2)$$

Устройство работает следующим образом.

При скачкообразном изменении температуры контролируемого объекта на выходе термодатчика 1, являющегося инерционным звеном первого порядка, по истечении времени  $\tau$  появляется сигнал

$$E_1 = K_1 [T_0 + \Delta T (1 - e^{-t/\tau})], \quad (3)$$

где  $E_1$  - выходной сигнал термопреобразователя 1;

$T_0$  - начальное значение температуры;

$K_1$  - коэффициент передачи термопреобразователя;

$\Delta T$  - скачок температуры;

$\tau$  - постоянная времени термопреобразователя.

Напряжение с выхода усилителя 2 поступает на первый вход сумматора 8 и вход перестраиваемого фильтра 3 нижних частот (ПФНЧ). Применение в устройстве фильтра 3 обуславливается наличием двух режимов изменения температуры. Подавление помех тем эффективнее, чем выше порядок используемого фильтра, т.е. чем выше порядок многочлена в выражении для передаточной функции  $K(p)$  фильтра 3, которая может быть представлена в виде:

$$K(p) = \frac{N}{p^n + b_1 p^{n-1} + \dots + b_{n-1} p + b_n}, \quad (4)$$

где  $N$  - номинальный коэффициент передачи фильтра в полосе пропускания;

$n$  - порядок фильтра;

$p$  - комплексная переменная;

$b_1, \dots, b_n$  - коэффициент многочлена.

Однако фильтр высокого порядка вносит большое запаздывание (динамическую ошибку) при быстроменяющихся процессах, что, в частности, отрицательно сказывается на качестве процессов регулирования температуры газового потока в системах автоматического регулирования ГТД. Поэтому в режиме быстрого изменения температуры ПФНЧ 3 представляет собой фильтр низкого порядка, вносящий наименьшее запаздывание в сигнал термодатчика 1. В режиме сравнительно медленного изменения температуры, когда динамическая ошибка, обусловленная запаздыванием, вносимым фильтром, мала по сравнению с ошибкой, обусловленной влиянием помех, ПФНЧ 3 представляет собой фильтр высокого порядка. Для

эффективного подавления помех ПФНЧ 3 должен отвечать следующим требованиям. При быстром изменении температуры его порядок должен быть минимальным (первого-второго порядка), чтобы не вносились большие фазовые и амплитудные искажения в полезный сигнал, а при медленном изменении температуры — третьего-четвертого порядка, что повышает эффективность подавления помех (дальнейшее повышение порядка фильтра 3 приведет к существенным искажениям полезного сигнала).

ПФНЧ 3 состоит (фиг. 2) из первого фильтра 15 нижних частот, второго фильтра 16 нижних частот и двухпозиционного переключателя 17.

Фильтры 15 и 16 нижних частот могут быть выполнены на основе операционных усилителей по стандартным схемам и должны быть первого-второго порядка.

Формирование сигнала управления переключением ПФНЧ 3 осуществляется цепью, состоящей из следующих элементов: датчика 9 давления, второго фильтра 10, третьего дифференцирующего усилителя 11, пороговой схемы 12, элемента 13 задержки и схемы И 14. Давление и температура в одном сечении ГТД изменяются одновременно. При этом постоянная времени датчика 9 давления на порядок меньше постоянной времени термодатчика 1. Кроме того, в отличие от последней, постоянная времени датчика давления не зависит от изменения параметров газового потока.

Поэтому, в предлагаемом устройстве управление ПФНЧ 3 осуществляется не сигналом, пропорциональным скорости изменения температуры, а сигналом пропорциональным скорости изменения давления, т.е.  $\frac{bP}{bT}$ . При

этом достигается повышение точности измерения температуры, так как устраняется существовавшая при управлении ПФНЧ 3 по сигналу, пропорциональному скорости изменения температуры, погрешность. Эта погрешность обусловлена временным запаздыванием переключения ПФНЧ 3 с одного температурного режима работы на другой вследствие того, что сигнал управления фильтром 3 (пропорциональный скорости изменения температуры) формируется с временной задержкой, связанной с инерционностью фильтра 3. В момент

перехода с режима медленного изменения температуры на режим ее быстрого изменения временное запаздывание переключения ПФНЧ 3 приводит к внесению дополнительной динамической ошибки (запаздываниях в последний сигнал термодатчика 1 к каналу дифференцирования), а в момент перехода с режима быстрого изменения температуры на режим ее медленного изменения — к снижению качества подавления помех фильтром 3 (так как порядок ПФНЧ 3 ниже требуемого для данного температурного режима).

Второй фильтр 10 (фильтр нижних частот стандартной структуры) служит для подавления высокочастотных помех, присутствующих в сигнале датчика 9 давления. Информация о производной давления по времени  $\frac{bP}{bT}$  (т.е. и о скорости изменения температуры) с выхода третьего дифференцирующего усилителя 11 поступает на вход пороговой схемы 12. Если величина сигнала на выходе третьего дифференцирующего усилителя 11 меньше величины  $U_0$  порога срабатывания пороговой схемы 12, т.е. выполняется условие (1) то на выходе пороговой схемы формируется сигнал переключения перестраиваемого фильтра 3 нижних частот в состояние фильтра высокого порядка. При достижении сигналом с выхода третьего дифференцирующего усилителя 11 порога срабатывания  $U_0$  пороговой схемы, т.е. при выполнении условия (2), на выходе пороговой схемы формируется сигнал переключения ПФНЧ 3 в состояние фильтра низкого порядка.

Элемент задержки и схема И используются для устранения влияния импульсных кратковременных помех в сигнале датчика давления при переключении ПФНЧ 3, т.е. управление переключением ПФНЧ 3 осуществляется в предлагаемом устройстве сигналами, длительность которых превышает определенную величину (равную временной задержке элемента 13 задержки). Это повышает помехозащищенность канала форсирования сигнала управления переключением ПФНЧ 3.

Сигнал с выхода ПФНЧ 3 поступает на вход первого дифференцирующего усилителя 4. Выходной сигнал дифференцирующего усилителя 4 в блоке 9

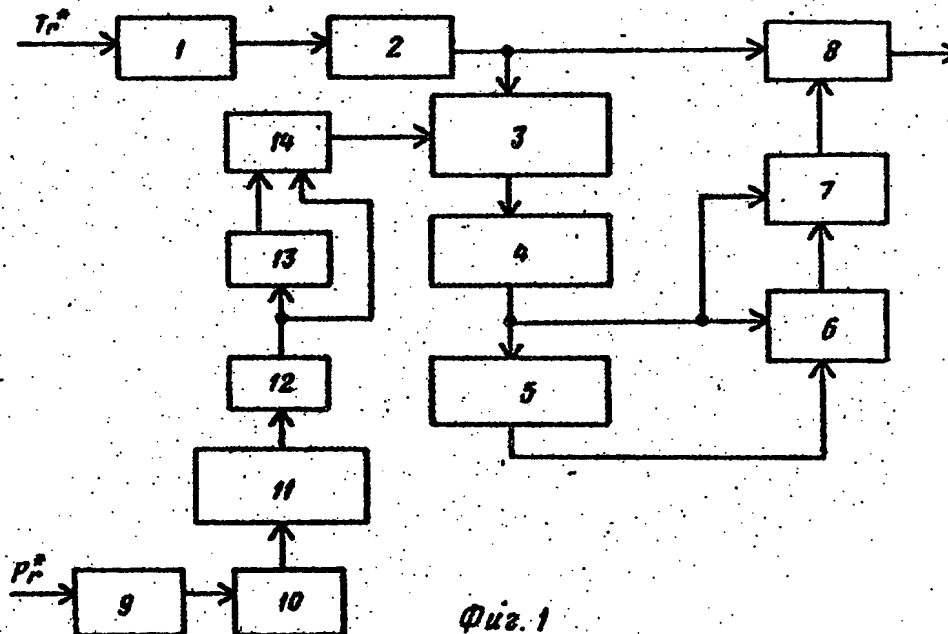
деления делится на выходной сигнал второго дифференцирующего усилителя 5, в результате чего на выходе блока 6 формируется сигнал, пропорциональный постоянной времени  $\tau$  термодатчика 1. В блоке 7 умножения сигналы с выхода блока 6 деления и первого дифференцирующего усилителя 4 перемножаются, а результирующий сигнал поступает на второй вход сумматора 8 с противоположным знаком. При этом на выходе сумматора 8 формируется сигнал, в котором отсутствует динамическая ошибка, обусловленная инерционностью термодатчика, т.е. выходной сигнал устройства пропорционален величине  $(T_0 + \Delta T)$ .

Термопреобразователь 1, датчик 9 давления, дифференцирующие усилители 4, 5 и 11, сумматор 8, блок 7 умножения и блок 6 деления, второй фильтр 10 являются стандартными блоками. Пороговая схема и элемент задержки могут быть выполнены по любым схемам.

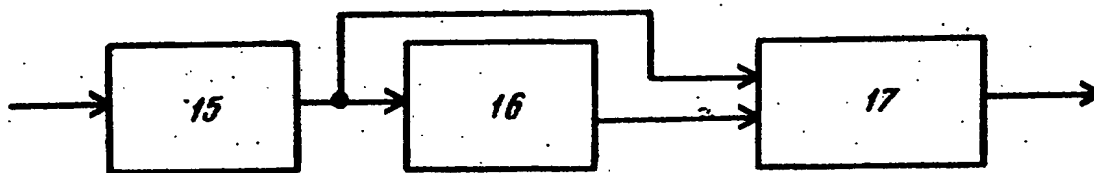
#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для измерения температуры, содержащее последовательно включенные термопреобразователь и усилитель, выход которого соединен

с входом перестраиваемого фильтра нижних частот и первым входом сумматора, выход которого является выходом устройства, а второй вход соединен с выходом блока умножения, входы которого соединены соответственно с выходом и первым входом блока деления, первый дифференцирующий усилитель, вход которого соединен с выходом перестраиваемого фильтра нижних частот, а выход подключен к первому входу блока деления и через второй дифференцирующий усилитель соединен с вторым входом блока деления, пороговую схему, отличающуюся тем, что, с целью повышения точности измерения путем устранения погрешности, обусловленной временным запаздыванием переключения перестраиваемого фильтра нижних частот с одного температурного режима работы на другой, в него введены последовательно включенные датчик давления, второй фильтр, третий дифференцирующий усилитель, выход которого соединен с входом пороговой схемы, элемент задержки и схема И, выход которой соединен с управляющим входом перестраиваемого фильтра нижних частот, первый вход - с выходом элемента задержки, а второй вход - с входом элемента задержки и выходом пороговой схемы.



Фиг. 1



Фиг. 2

Редактор Н. Тулица      Составитель В. Куликов      Техред О. Гортвай      Корректор Е. Сирохман

Заказ 3690/37      Тираж 778      Подписное  
ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**